

УДК 616.981.452(471.631)

РАССЕЛЕНИЕ БЛОХ В ПОСЕЛЕНИЯХ ГРЫЗУНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

© А. А. Кузнецов,¹ В. П. Осипов,² Т. В. Князева,³
В. К. Синцов,⁴ А. Н. Матросов⁵

^{1, 3, 5} ФГУЗ Российский научно-исследовательский
противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора
ул. Университетская, 46, Саратов, 410005

^{2, 4} ФГУЗ Астраханская противочумная станция Роспотребнадзора
ул. Кубанская, 3, Астрахань, 414606

¹ E-mail: sansanych-50@mail.ru

Поступила 21.10.2009

Получены количественные характеристики форезии блох с помощью своих прокормителей — грызунов, обитающих в песчаных ландшафтах Северо-Западного Прикаспия. Определена структура образующихся при этом паразитарных контактных сетей. Оценена вероятность смены хозяина блохами в результате периодических нападений на очередную жертву, достигающая высоких значений. Показано сходство параметров разноса блох в Северо-Западном Прикаспии и Волго-Уральских песках. Выявлена способность блохи *Xenopsylla conformis* паразитировать на общественных полевках без заметного снижения своей численности.

Расселение блох с помощью грызунов-прокормителей служит ярким примером высокоспециализированных паразито-хозяйных отношений (Беклемишев, 1951; Кеннеди, 1978; Балашов, 1982; Ройтман, Беэр, 2008). Значение ее в качестве основного механизма расселения эктопаразитов трудно переоценить. Расселение блох с помощью своих хозяев обеспечивает также распространение возбудителей инфекций в поселениях носителей. По этим причинам особый интерес представляет изучение количественных характеристик перемещений грызунов и блох, позволяющих оценить параметры формирования ареалов эктопаразитов и возможность территориального распространения эпизоотического процесса. Не менее важным представляется изучение паразитарных контактных сетей, возникающих в результате перемещений теплокровных животных, обменивающихся своими эктопаразитами.

В нашей работе изучалась структура паразитарных контактных сетей в смешанных поселениях полуденной (*Meriones meridianus*) и гребенщиковой (*M. tamariscinus*) песчанок, общественной полевки (*Microtus socialis*), серого хомячка (*Cricetulus migratorius*) и домовый мыши (*Mus musculus*),

формирующихся с помощью блох видов *Xenopsylla conformis* Wagn., 1903, *Nosopsyllus laeviceps* Wagn., 1908., *Ctenophthalmus secundus* Wagn., 1916 и *Amphipsylla rossica* Wagn., 1912. Получены новые данные о параметрах перемещений грызунов и блох, о вероятности смены прокормителей блохами в полупустынной зоне Северо-Западного Прикаспия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работу проводили в течение 3 фенологических сезонов: в мае—июне и октябре 2007 г., в апреле—июне 2008 г. Стационарный участок наблюдений (СУН) был расположен в 4—5 км западнее с. Джалыково (Республика Калмыкия, Лаганский район), а его площадь наращивалась с 5 га весной 2007 г. до 15 га весной 2008 г. В зависимости от размеров участка и численности грызунов выставляли от 38 до 60 живоловок. Дислокацию живоловок, стоявших на своих местах стационарно, картографировали с помощью теодолитной съемки.

Основные методические приемы работы заключались в ежедневном отлове живых грызунов, обитавших на площадке, сборов с них в лаборатории живых эктопаразитов и в индивидуальном мечении тех и других. После мечения всех животных выпускали на места поимки. Если зверек в следующий раз попадался в другую живоловку, расстояние между этой и предыдущей поимками расценивалось как его перемещение соответствующей протяженности. Таким же образом определялось расстояние переноса меченой блохи. Подробное описание деталей методики приведено в наших работах (Кузнецов и др., 1993; Кузнецов, Матросов, 2003, 2004), посвященных мечению блох в Волго-Уральских песках.

Весной 2007 г. на участке мечения зарегистрировано 50 зверьков: 11 гребенщиковых песчанок, 38 общественных полевок и 1 домовая мышь. Максимальное число регистраций отдельного зверька достигало 8, а суммарное число поимок всех зверьков составило 80.

Осенью 2007 г. было помечено 52 грызуна: 5 гребенщиковых и 9 полуденных песчанок, 34 общественные полевки, 3 серых хомячка и 1 домовая мышь. В сумме зарегистрирована 91 поимка. Все зверьки оказались новыми. Большинство полевок как весной, так и осенью, отлавливались лишь по одному разу, очевидно, в связи с повышенной настороженностью к орудиям лова.

За два сезона 2007 г. измеренных расстояний перемещений зверьков оказалось всего 44. Наибольшие зарегистрированные перемещения составили 103 м у полуденной песчанки и 97 м у общественной полевки, среднее — 33.2 м.

Весной 2008 г. было помечено 87 зверьков 4 видов, среди которых меченые в предыдущие сезоны отсутствовали. Отдельные особи регистрировались, как и в прошлом году, до 8 раз, хотя 47 из них (54 %) были пойманы только однажды при мечении. Сообщество грызунов на участке было представлено полуденной песчанкой (6 экз.), общественной полевкой (56 экз.), домовой мышью (18 экз.) и серым хомячком (7 экз.). Общее число поимок в этот сезон составило 189. Неожиданным оказалось полное отсутствие гребенщиковых песчанок. Это же было отмечено на пеших учет-

ных маршрутах, заложенных в окрестностях участка. На стационаре и на прилегающей территории отмечена довольно высокая численность общественной полевки, активно заселяющей опустевшие городки песчанок.

Данные о повторных регистрациях грызунов за этот сезон позволили измерить 58 расстояний перемещений. Два наибольших расстояния (330 и 333 м) отмечены у самца домового мыши и самки серого хомячка. Среднее перемещение составило 69.5 м.

Таким образом, в течение 3 сезонов на участке было зарегистрировано 189 зверьков 5 видов. В связи с неоднократными поимками некоторых особей (до 8 раз вместе с мечением) для анализа использованы данные о 360 регистрациях. В 102 случаях повторных поимок удалось измерить перемещения зверьков. Зафиксировано лишь два перемещения, превысившие 300 м (домовая мышь и серый хомячок), и одно — составившее 240 м (серый хомячок), остальные варьировали от 10 до 123 м. В среднем дистанции перебежек грызунов составляли 53.8 м.

Повторная регистрация грызуна происходила обычно через несколько дней. Данные о расстояниях перемещений при отлове на следующие сутки получены лишь в 18 случаях. Среднее суточное перемещение составило 38.6 м.

Весной 2007 г. было помечено индивидуально 646 экз. блох 4 указанных выше видов. Повторно встречались 107 экз. блох только одного вида — *X. conformis* (из 593 меченых), поэтому данные за этот сезон полностью характеризуют лишь этот вид. Отдельные экземпляры эктопаразитов встречались после мечения до 4 раз, поэтому общее число повторных встреч достигло 137, а 80 из них были со сменой прокормителя. Интегрированный показатель смены (K_p), который вычисляется как отношение числа повторов со сменой хозяина к общему их числу (80/137), равен 0.584 (Кузнецов, Матросов, 2003).

Осенью 2007 г. было помечено 444 экз. блох 5 видов. Из 14 меченых блох *N. laeviceps* повторно обнаружена лишь одна, паразитировавшая на двух разных полуденных песчанках. Блохи видов *Ct. secundus* и *A. rossica* паразитировали исключительно на общественных полевках и при всех повторных встречах меняли, естественно, только этих зверьков. Одна особь *Nosopsyllus mokrzecky* Wagn., 1916 была помечена и еще раз встречена на одном и том же сером хомячке. Всего повторно встречались 25 экз. *X. conformis* (из 344 меченых) и 9 экз. блох других видов. Общее число повторных встреч составило 36, из которых 24 были со сменой прокормителя, а 20 из них — с переносом в другую нору ($K_p = 0.667$).

В итоге за весь 2007 г. зафиксировано 173 повторные находки 141 экз. меченых эктопаразитов. Из этого числа повторов 104 были со сменой прокормителя и с переносом в другую нору ($K_p = 0.601$).

Весной 2008 г. было помечено 1140 блох 4 видов, из которых 89 экз. (7.8 %) обеспечили 123 повторные находки. Из этого числа 102 находки оказались со сменой прокормителя ($K_p = 0.829$). Повторные встречи 71 экз. *X. conformis* (102 случая, из которых 85 были со сменой прокормителя) обеспечены 1—5-кратными находками отдельных меченых насекомых. Возвраты 16 меченых экземпляров *Ct. secundus* представлены 19 случаями (15 из них со сменой хозяина). По одному разу встречены 2 меченых экземпляра *A. rossica*, сменившие хозяина.

Таким образом, в течение трех сезонов было помечено 2230 экз. блох 5 видов. Из этого количества 230 экз. (10.3 %) обеспечили 296 повторных регистраций. Со сменой хозяина отмечено 206 регистраций ($K_p = 0.696$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Отличительной особенностью периода исследований явилась аномально высокая численность *X. conformis*, заметный рост которой начался с 1998 г. (Кузнецов и др., 2006, 2007). Обилие паразитов этого вида в шерсти песчанок в течение всего эксперимента варьировало от 1 до 85 экз., а средний индекс обилия (ИО) за два сезона 2007 г. составил 20.3, за весну 2008 г. — 8.5. Общий индекс обилия блох за три сезона на всех грызунах составил 9.0. Характерно, что основная масса блох в шерсти общественных полевок была представлена видом *X. conformis* — специфическими паразитами малой песчанки, поэтому общий индекс обилия блох на полевках также оказался довольно высоким (7.5), при колебаниях от 0 до 34 насекомых на одном зверьке. Индекс обилия на серых хомячках составил 5.1 (максимально — 18), на домовых мышах — 0.29 (не более 2 блох на 1 зверьке). Большинство блох на этих грызунах принадлежало виду *X. conformis*. Виды *Ct. secundus* и *A. rossica* встречались единично. Характерно, что домовые мыши в большинстве случаев были без блох, причем весной 2008 г. полностью отсутствовали их специфические паразиты (*N. mokrzeckiyi*).

Другой особенностью эксперимента была повышенная численность общественной полевки, селившейся не только вплотную к городкам песчанок, но и непосредственно в них. Очевидно, именно этим объясняется высокое обилие песчаночьих блох на полевках.

В случаях смены прокормителя блохой новый хозяин часто оказывался представителем другого вида (см. таблицу). Количество различных вариантов переходов блох приблизительно соответствовало численности вида грызуна на площадке. Достоверных и закономерных различий в частоте передач от песчанок полевкам, от полевок песчанкам или других комбинаций не выявлено. Разница в расстояниях транспортировки паразита при смене вида хозяина носит, скорее всего, случайный характер. Это вполне объяснимо, так как блоха сначала покидает прокормителя в какой-либо норе и лишь спустя некоторое время нападает на любого нового зверька, случайно оказавшегося в той же норе к этому моменту.

Важным разделом проделанной работы явилось вычисление вероятности смены хозяина блохами (P_m), реализуемой через сутки при каждом очередном нападении на прокормителя (Кузнецов, Матросов, 2003). Весной 2008 г. она оказалась довольно высокой ($P_m = 0.889$), хотя достоверность этого значения недостаточно велика в связи с небольшим объемом выборки (9 альтернативных вариантов, из которых 8 были со сменой хозяина). По данным за два сезона 2007 г., зафиксировано 10 случаев находок блох на следующие сутки, из которых 5 были со сменой хозяина ($P_m = 0.500$). Средняя транспортировка блохи при смене прокормителя в течение одних суток, по данным за 2 года (13 измерений), составила 113 м.

Анализ менее строгого интегрированного показателя перехода блох на новых прокормителей (K_p), который вычисляется вне зависимости от ин-

Варианты смены прокормителей блохами и средние расстояния
транспортировки эктопаразитов в Северо-Западном Прикаспии
в 2007—2008 гг.

Ways of host change by fleas and mean distances of the ectoparasite transfer
in the northwestern Precaspian region in 2007—2008

Варианты переходов	Количество вариантов и средняя дальность форезии (м) по видам блох				
	<i>X. conformis</i>	<i>Ct. secundus</i>	<i>A. rossica</i>	<i>N. lae- viceps</i>	Сумма видов
ОП → ОП	61/181.0 ± 12.4	17/181.3 ± 20.7	5/117.0 ± 25.1		83/177.2 ± 10.2
ГП → ГП	50/84.5 ± 8.0				50/84.5 ± 8.0
ГП → ОП	23/110.7 ± 10.7				23/110.7 ± 10.7
ОП → ГП	8/131.4 ± 24.9				8/131.4 ± 24.9
ОП → СХ	6/124.5 ± 23.3				6/124.5 ± 23.3
ПП → ОП	6/261.7 ± 56.0				6/261.7 ± 56.0
ПП → ГП	5/213.2 ± 32.8				5/213.2 ± 32.8
ОП → ПП	5/157.6 ± 14.5				5/157.6 ± 14.5
ПП → ПП	4/65.5 ± 22.8			1/72	5/66.8 ± 17.7
СХ → ОП	3/168.0 ± 7.8				3/168.0 ± 7.8
Итого	171/139.2 ± 6.9	17/181.3 ± 20.7	5/117.0 ± 25.1	1/72	194/142.0 ± 6.4

Примечание. В числителе — количество вариантов, в знаменателе — средняя дальность форезии с ошибкой репрезентативности. ОП — общественная полевка, ГП — гребенщикова песчанка, ПП — полуденная песчанка, СХ — серый хомячок.

тервала времени между регистрациями насекомых, показал, что весной 2008 г. он оказался также высок ($K_p = 0.829$). В 2007 г. этот показатель был несколько ниже ($K_p = 0.601$), так же как и вероятность смены хозяина. В этой связи интересно сравнить интервалы между регистрациями блох, сменивших и не сменивших прокормителя. В 2007 г. эти интервалы были соответственно равны 8.4 и 3.5 сут., в 2008 г. — 12.7 и 6.6 сут. Это однозначно указывает на то, что с течением времени частота переходов блох на новых зверьков неуклонно возрастает.

Весной 2007 г. 80 повторных регистраций блох из 137 сопровождалась сменой хозяина и переносом в другую нору. Если блоха обнаруживалась в другой живоловке, но на том же самом зверьке, то такие факты не считались переносом блохи, так как прокормитель в случае «непоимки» мог вернуться в прежнюю нору, а блоха в следующий раз могла вновь напасть на него же. Весной среднее расстояние транспортировки *X. conformis* оказалось равно 92 м, что почти втрое превышает среднее перемещение грызуна (33.2 м). Максимальный перенос составил 229 м. Смена хозяина регистрировалась в среднем через 9.4 дней, максимально — через 26. Неоднократно прокормителями блох этого вида становились общественные полевки и серые хомячки, поэтому параметры перемещений хозяев оценены по трем видам грызунов. Весьма близкие результаты были получены в Волго-Уральских песках в 1991—1994 гг. и во Вьетнаме в 1998 г. (Кузнецов и др., 1993, 2003; Кузнецов, Матросов, 2003, 2004). Это обстоятельство в очередной раз подтверждает универсальность экологических закономерностей распространения эктопаразитов по поселениям своих прокормителей и высокую достоверность получаемых нами показателей.

Осенью 2007 г. только 20 из 24 переходов блох на нового хозяина сопровождалось переносом в другую нору. Среднее расстояние переноса составило 172 м, что более чем в 5 раз больше среднего перемещения грызунов в этот сезон (32.1 м). Максимальный перенос был равен 315 м. Смена хозяина происходила в среднем через 5.0 дней, максимально — через 12.

По данным о 94 дистанциях переносов блох весной 2008 г., измеренных между пунктами их последовательных регистраций, вычислена средняя, составившая 178 м, что в 2.6 раза выше среднего выявленного перемещения зверьков (69.5 м). Неоднократно (около 40 раз) отмечены переносы, превышающие 200—300 м, а 4 из них превысили 400 м (420—445 м). Столь дальние переносы могут быть объяснены эстафетными передачами, состоявшими из нескольких этапов. Кроме того, существенное увеличение размеров участка позволило чаще и объективнее выявлять дальние переносы. Смена хозяина регистрировалась в среднем через 11.7 дней, максимально — через 42.

В результате повторных встреч блох в 2007—2008 гг. были измерены 194 дистанции их транспортировки от норы к норе (см. таблицу). Средняя дистанция составила 141.95 ± 6.41 м., что в 2.6 раза больше среднего перемещения грызуна (53.8 м). Анализ расстояний переносов эктопаразитов свидетельствует об их зависимости от величины опытной площадки — по мере ее увеличения возрастала дальность транспортировки блох. Так, весной 2007 г. среднее расстояние переноса было равно 92 м (максимум — 229), осенью — 172 м (максимум — 315), а весной 2008 г. — 178 м (максимум — 445). Особенно наглядным было увеличение максимальных переносов, практически точно соответствующих поперечнику площадки.

По результатам мечения и повторных регистраций грызунов и блох были составлены принципиальные схемы паразитарных контактных сетей в поселениях зверьков на стационарном участке наблюдений. Весной 2007 г. сеть сформировалась при участии 10 гребенщикова песчанок и 11 общественных полевых. Вошли в сеть и обеспечили паразитарные контакты 66 экз. *X. conformis*, т. е. все блохи, хотя бы один раз менявшие прокормителей. Следовательно, вся выявленная сеть была монолитной (не имела изолированных фрагментов) и полностью охватила территорию СУН. Графическое изображение сети получилось сложным и трудным для визуального восприятия, поэтому было решено этот рисунок здесь не приводить.

Осенью 2007 г. в сеть вошли практически все особи *X. conformis* вместе со своими жертвами, которых они всегда меняли (24 поимки 13 грызунов и 16 переходов 16 экз. блох). Лишь одна блоха этого вида и два ее прокормителя формально не вошли в основную часть сети, что следует считать случайным недобором данных. Блохи других видов (*Ct. secundus* — 2 экз. и *A. rossica* — 5 экз.) также во всех случаях меняли прокормителей и также в состав единой сети не вошли, образовав несколько изолированных фрагментов. В формировании изолированных фрагментов приняли участие 13 других грызунов. Для демонстрации элементов формирования контактной сети в условиях Северо-Западного Прикаспия мы приводим полную схему, полученную осенью 2007 г. (рис. 1). Структурные элементы сети в этот сезон были представлены неоднократными сходящимися и расходящимися передачами (Кузнецов, Матросов, 2004; Кузнецов и др., 2008;

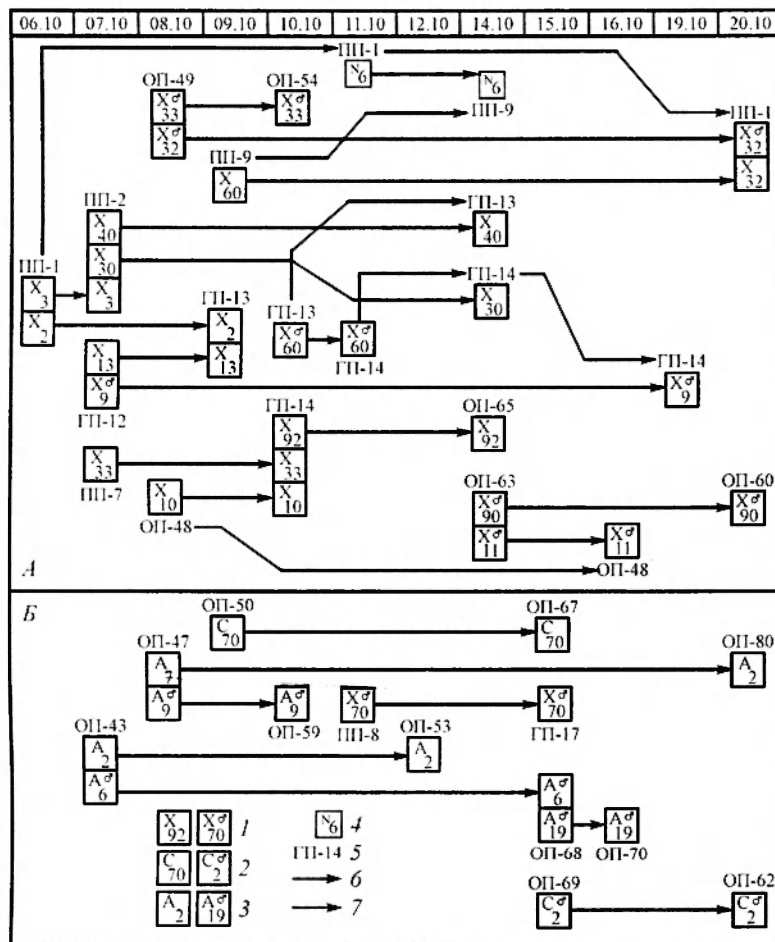


Рис. 1. Принципиальная схема паразитарной контактной сети в совместном поселении общественных полевок (ОП), полуденных (ПП) и гребенчиковых (ГП) песчанок Северо-Западного Прикаспия осенью 2007 г.

А — основная (монокристаллическая) часть сети; Б — изолированные фрагменты сети. 1 — номера самок и самцов *Xenopsylla conformis*; 2 — номера самок и самцов *Stenophthalmus secundus*; 3 — номера самок и самцов *Amphipsylla rossica*; 4 — номер самки *Nosopsyllus laeviceps*; 5 — вид и номер прокормителя; 6 — указатель перехода блохи на очередного хозяина; 7 — указатель неоднократного участия грызуна в передаче различных блох.

Fig. 1. Schematic diagram of the parasitic contact network in a joint colony of social voles (ОП), midday gerbils (ПП), and tamarisk gerbils (ГП) in the northwestern Precaspian region in autumn of 2007.

Осипов и др., 2008), однако сцепленные передачи и стандартные (повторяющиеся) контакты выявлены не были. Причиной этому могла служить небольшая продолжительность осеннего эксперимента, при которой ни одну меченую блоху не удалось встретить в третий раз.

Контактная сеть весны 2008 г. сформировалась при участии 51-го зверька 3 видов (42 общественные полёвки, 5 полуденных песчанок и 4 серых хомячка). Паразитарные контакты этих грызунов обеспечили 89 экз. блох 3 видов, совершивших 99 переходов с одного хозяина на другого, еще

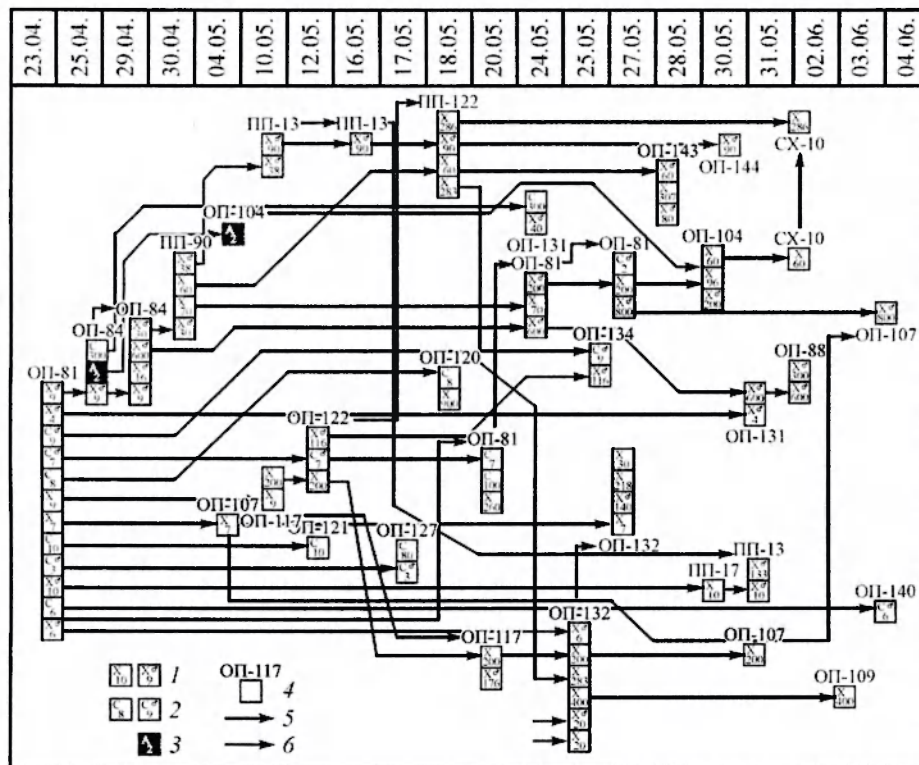


Рис. 2. Фрагмент принципиальной схемы паразитарной контактной сети в совместном поселении общественных полевок (ОП), полуденных песчанок (ПП) и серых хомячков (СХ) в Северо-Западном Прикаспии весной 2008 г.

1 — номера самок и самцов *Xenopsylla conformis*; 2 — номера самок и самцов *Ctenophthalmus secundus*; 3 — номер самки *Amphipsylla rossica*; 4 — вид и номер прокормителя с находящимися в его шерсти блохами; 5 — указатель перехода блохи на очередного хозяина; 6 — указатель неоднократного участия грызуна в передаче различных блох.

Fig. 2. A fragment of schematic diagram of the parasitic contact network in a joint colony of social voles (ОП), midday gerbils (ПП), and migratory hamsters (СХ) in the northwestern Precaspian region in spring of 2008.

3 повтора были без смены хозяина. Все связи грызунов и блох объединились в единую сеть. Ее полная принципиальная схема получилась еще более громоздкой, чем весной 2007 г., и здесь также не приводится. Для иллюстрации основных элементов сети весны 2008 г. мы изготовили искусственно вычлненный фрагмент (рис. 2). Процесс вычлнения заключался в регламентированном отсечении некоторых связей. За основу формирования фрагмента был взят факт поимки общественной полески № 81, на которой 23 апреля обнаружен и помечен 31 экз. блох 2 видов. Впоследствии 12 насекомых из этой группы регистрировались на других хозяевах — все эти блохи присутствуют на схеме. Другие виды, находившиеся на этих новых хозяевах вместе с первоначально помеченными, также были изображены, но только с теми связями (переходами), которые продолжались по времени вперед. Указатели участия грызунов в передаче других видов блох при вычерчивании иллюстративного фрагмента не изображались. Это

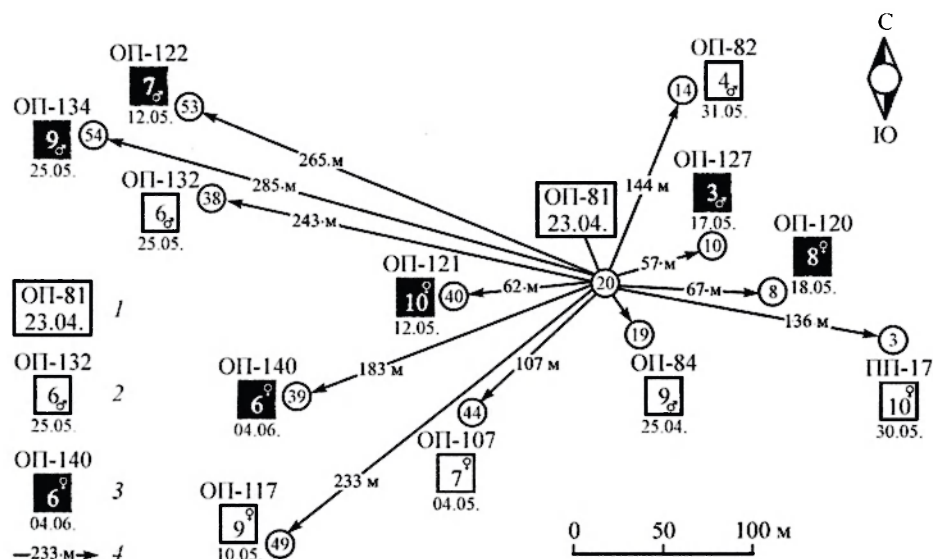


Рис. 3. Расходящиеся переходы блох на новых прокормителей после мечения на одном хозяине в Северо-Западном Прикаспии весной 2008 г.

1—3 — вид и номер хозяина, дата и место мечения (номер норы) группы блох; места повторных обнаружений и номера самок и самцов блох *Xenopsylla conformis* (2) и *Ctenophthalmus secundus* (3) с указанием даты, вида и номера нового прокормителя; 4 — направления и расстояния переноса эктопаразитов. ОП — общественная полевка; ПП — полуденная песчанка.

Fig. 3. Diverging transfers of fleas to new hosts after their labeling on one host individual in the northwestern Precaspian region in spring of 2008.

также позволило отсечь некоторые фрагменты сети. После этого такие указатели были изображены, но только для тех зверьков, которые остались на рисунке. Образовавшийся в результате редукции фрагмент состоял из 35 поимок грызунов (38 % от общего числа поимок вошедших в сеть зверьков) и 46 переходов блох (45 % от их общего числа), что оказалось приемлемым для визуального анализа. Весной 2008 г. (рис. 2) в структуре выявленной контактной сети присутствовали все известные элементы: сходящиеся, расходящиеся и сцепленные передачи, дополненные стандартными контактами и возвратами на одного из предыдущих прокормителей (3 случая). Напомним, что в 2007 г. был выявлен лишь один случай такого возврата весной, а осенью — ни одного. Кроме того, той весной были отмечены не только стандартные контакты (последовательные передачи блох одному и тому же новому прокормителю), но и стандартные переносы (последовательные переносы в одну и ту же нору, но разным хозяевам).

Высокой демонстративностью обладают факты повторной регистрации большого количества одновременно помеченных экземпляров блох. Одним из них является расхождение 12 блох из 31, помеченной 23 апреля 2008 г. на общественной полевке № 81; рассеивание представлено на рис. 3. На нем видно, что первым эктопаразитом из группы меченых уже через два дня после мечения был найден на общественной полевке № 84 самец *X. conformis* № 9. Последней блохой (4-го июня) была обнаружена самка *Ct. secundus* № 6 на общественной полевке № 140, т. е. через 42 дня после мечения. Следует заметить, что некоторые из этих блох регистриро-

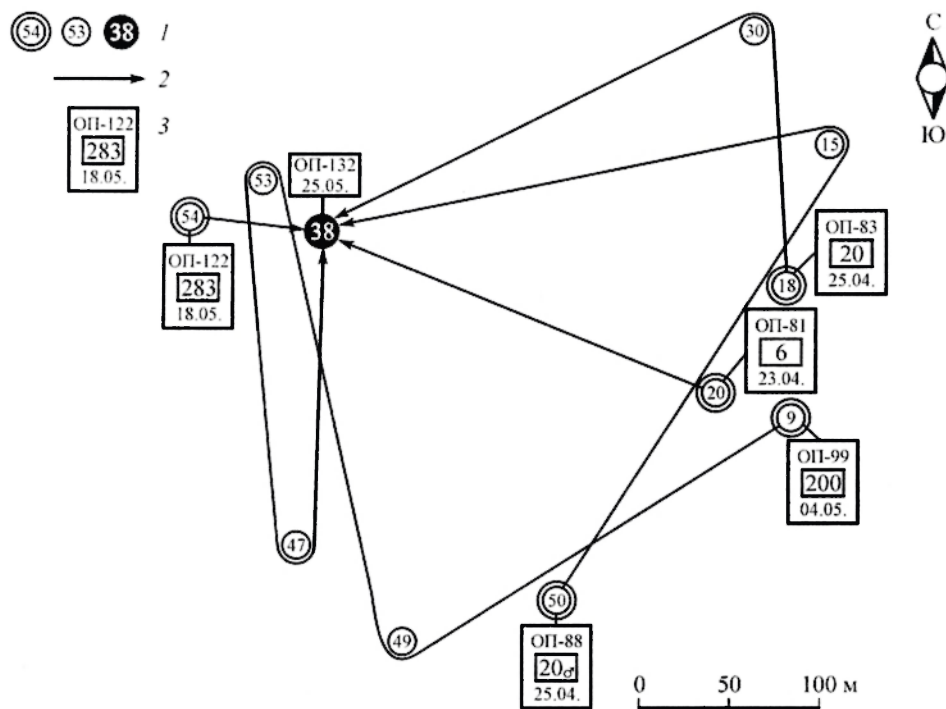


Рис. 4. Последовательные перемещения блох по «изломанным» маршрутам в процессе смены прокормителей весной 2008 г. в Северо-Западном Прикаспии.

1 — места регистрации и направления переносов самки *Xenopsylla conformis* № 60; 2 — то же, самки *X. conformis* № 200; 3 — вид и номера хозяев, даты мечения и последних регистрации блох.

Fig. 4. Consecutive movements of fleas along «broken» routes during the process of host change in the northwestern Precaspian region in spring of 2008.

вались и после расхождения в процессе дальнейших переходов на новых прокормителей. Однако эти регистрации на рисунках не показаны в целях визуальной разгрузки изображения. Диапазон интервалов между регистрациями блох, помеченных на одном хозяине в 2007 г., был также достаточно широк и составлял от 3 до 35 дней.

Не менее наглядно выглядят дистанции переноса рассеивающихся эктопаразитов. Так, в 2008 г., разнесенные в противоположные стороны блохи (рис. 3) оказывались удаленными друг от друга вплоть до 420 м. Вместе с тем при анализе всего материала было зарегистрировано несколько «разовых» переносов аналогичного размера (до 445 м), осуществленных в течение нескольких дней и состоявших, по всей вероятности, из нескольких этапов. Из сказанного ясно, что выявляемые расстояния транспортировки эктопаразитов ограничиваются размером участка, а потенциальный предел их величины пока что не известен.

Наличие длительных интервалов между регистрациями меченых блох и резкой «изломанности» выявленных маршрутов их транспортировки (рис. 4) говорит о возможности значительного удаления транспортируемых насекомых за пределы участка в случаях более «выпрямленного» переноса, или возврата на него в противоположных случаях. Метод случайных повторных регистраций блох (от 7 до 16 % возвращающихся экземп-

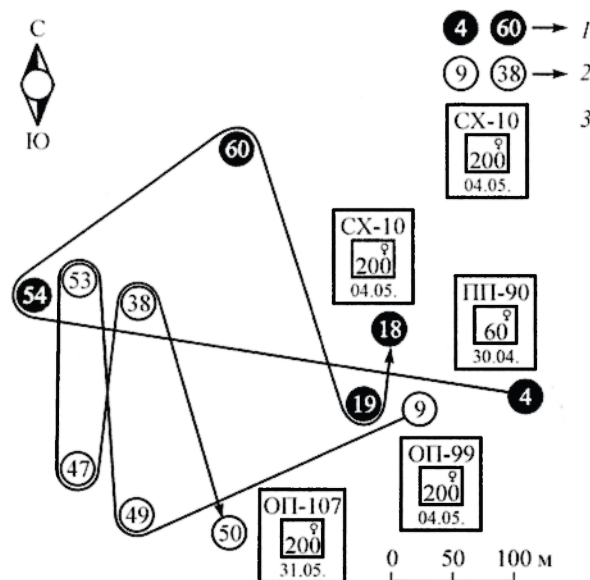


Рис. 5. Схождение 5 экз. блох *Xenopsylla conformis* на одном зверьке весной 2008 г. в поселении полученных песчанок (ПП) и общественных полевок (ОП) в Северо-Западном Прикаспии.

1 — места мечения, повторных регистраций и схождения блох; 2 — направления переноса блох; 3 — данные о мечении и схождении блох: вид и номер хозяина, номер блохи, дата мечения или схождения.

Fig. 5. A meeting of five specimens of the flea *Xenopsylla conformis* on one host individual at a colony of midday gerbils (ПП) and social voles (ОП) in the northwestern Precaspian region in spring of 2008.

ляров от числа меченых) обеспечил получение данных о весьма высоких параметрах их циркуляции в поселениях хозяев, что наглядно демонстрирует наличие массовой и интенсивной форезии эктопаразитов.

Широкий разнос блох по территории комплексного поселения грызунов характеризовался также наличием неоднократных схождений на одном прокормителе паразитов, помеченных на разных зверьках. Наиболее интересные случаи схождения 3, 4 и даже 5 блох (рис. 5). Примеры расхождения и схождения большого числа эктопаразитов демонстрируют высокую интенсивность и надежность формирования паразитарной контактной сети. В качестве иллюстрации этой интенсивности можно использовать принципиальную схему фрагмента сети весны 2008 г. (рис. 2), на которой можно видеть примеры расхождения и схождения блох, изображенные на рис. 3 и 5. Кроме того, дополнительным элементом формирования сети служит также паразитирование разных экземпляров блох на одном прокормителе, но в разное время. Например, самки *X. conformis* № 60 и 200, чьи маршруты расселения изображены на рис. 4, паразитировали на общественной полевке № 122, но в разное время и в разных норах (№ 53 и 54).

Параметры формирования паразитарной контактной сети в Северо-Западном Прикаспии и Волго-Уральских песках оказались весьма схожими, несмотря на существенные различия в обилии эктопаразитов (Кузнецов, Матросов, 2003, 2004; Кузнецов и др., 2008; Осипов и др., 2008). Это обстоятельство говорит о слабой зависимости параметров сетей непосредст-

венно от численности животных, но более тесной их связи с особенностями паразитирования блох и подвижности грызунов. Кроме того, создается впечатление о большом сходстве параметров расселения разных видов блох, позволяющем анализировать их совместно, без разделения на виды, что повышает достоверность получаемых показателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе 3-кратных полевых экспериментов было установлено, что на территории Волго-Кумского междуречья в поселениях пустынных грызунов сформировался паразитоценоз нового типа. Его отличительной особенностью является активное и массовое паразитирование блохи *X. conformis* не только на новой территории, но и на не свойственном для нее прокормителе — общественной полевке. Однако следует иметь в виду, что «новый тип» паразитоценоза является таковым лишь с точки зрения авторов для исследованных территорий и относится к весьма краткому периоду осмысленного изучения окружающей природы человеком. Не исключено, что подобные паразитоценозы существовали ранее или существуют на других территориях.

Установлено также, что в комплексных поселениях песчанок и полевок Северо-Западного Прикаспия формируются паразитарные контактные сети, обеспечивающие опосредованный контакт между всеми особями цельного поселения. Обязательным условием причисления такого поселения к категории цельных (единых, монолитных) является отсутствие в нем географических преград (или крупных незаселенных пространств), изолирующих какие-либо его части. Основными структурными элементами сети являются сходящиеся и расходящиеся передачи насекомых, дополнительными — сцепленные передачи, стандартные контакты и стандартные переносы. Отмечены также возвраты на одного из предыдущих прокормителей. В период наших работ в формировании сети принимали участие все виды грызунов, обитавших на участке (кроме домовых мыши), в пропорциях, приблизительно соответствующих их численности, а также 2 массовых вида блох. Другие виды блох встречались в составе сетей лишь эпизодически ввиду своей малочисленности.

Наши данные показывают, что грызуны в процессе ежесуточных перемещений удаляются от своих нор в среднем на 38.6 м, а перенос блох за сутки происходит на 113 м, т. е. почти в 3 раза дальше. Такое же соотношение перемещений (53.8 м) и переносов (142 м) выявлено при сравнении дистанций, реализуемых через любые, включая более длительные интервалы времени. Это обстоятельство подкрепляет мнение о том, что обмен блохами, вероятно, чаще происходит в промежуточных норах, в которых на данный момент уже нет постоянного хозяина и которые расположены между реальными участками обитания грызунов.

Определение параметров расселения блох с помощью грызунов необходимо для детальной характеристики процесса формирования ареала эктопаразитов, а также для оценки возможностей распространения возбудителя чумы в природных очагах, где блохи играют роль основных переносчиков инфекции.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 06-04-48107 и 07-04-10007).

Список литературы

- Балашов Ю. С. 1982. Паразито-хозяйинные отношения членистоногих с наземными позвоночными. Л.: Наука. 320 с.
- Беклемишев В. Н. 1951. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей. Бюл. Моск. общ-ва исп. природы. Отд. биол. 56 (5): 3—30.
- Кеннеди К. 1978. Экологическая паразитология. М.: Мир. 230 с.
- Кузнецов А. А., Князева Т. В., Матросов А. Н. 2008. Паразитарные контактные сети в поселениях гребенщиковых и полуденных песчанок и их блох в песках Волго-Уральского междуречья. Пробл. особо опасных инф. Саратов. 3 (97): 16—19.
- Кузнецов А. А., Матросов А. Н. 2003. Применение индивидуального мечения блох (Siphonaptera) для изучения их разноса хозяевами. Зоол. журн. 82 (8): 964—971.
- Кузнецов А. А., Матросов А. Н. 2004. Передвижения и контакты песчанок *Meriones meridianus* и *M. tamariscinus* (Rodentia, Cricetidae) в Волго-Уральских песках. Зоол. журн. 83 (6): 733—744.
- Кузнецов А. А., Матросов А. Н., Никитин П. Н., Эйгелис С. Ю. 1993. Метод индивидуального мечения блох и результаты его испытания для изучения разноса эктопаразитов малыми песчанками Волго-Уральских песков. Пробл. особо опасных инф. Саратов. 3 (73): 58—64.
- Кузнецов А. А., Матросов А. Н., Сунцова Н. И., Ли Тхи Ви Хыонг, Данг Туан Дат, Касьян А. Ф., Сунцов В. В. 2003. Изучение миграций малой крысы (*Rattus exulans*) и блохи *Xenopsylla cheopis* в сельских населенных пунктах на плато Тайнгун. В кн.: Экологические и эпизоотологические аспекты чумы во Вьетнаме. М.: ГЕОС. 84—89.
- Кузнецов А. А., Осипов В. П., Синцов В. К., Князева Т. В., Матросов А. Н., Ким Т. С., Санджиев В. Б.-Х. 2007. Распространение и численность блохи *Xenopsylla conformis* Wagn. 1903 (Siphonaptera) в Прикаспийском песчаном очаге чумы. Пробл. особо опасных инф. Саратов. 2 (94): 20—23.
- Кузнецов А. А., Синцов В. К., Князева Т. В., Ким Т. С., Матросов А. Н. 2006. Расширение ареала блохи *Xenopsylla conformis* Wagn., 1903 (Siphonaptera) в Северо-Западном Прикаспии. В кн.: Матер. I Всерос. совещ. по кровососущим насекомым. СПб. 99—102.
- Осипов В. П., Синцов В. К., Лейнерт А. Ю., Кузнецов А. А., Князева Т. В., Чекашов В. Н., Толоконникова С. И., Шилов М. М., Матросов А. Н. 2008. Перемещения и контакты грызунов и блох в Прикаспийском песчаном очаге чумы. Естественные науки, Астрахань. 3 (24): 44—48.
- Ройтман В. А., Беэр С. А. 2008. Паразитизм как форма симбиотических отношений. М.: Товарищество научных изданий КМК. 310 с.

DISTRIBUTION OF FLEAS IN RODENT COLONIES IN THE NORTHWESTERN PRECASPIAN REGION

A. A. Kuznetsov, V. P. Osipov, T. V. Knyazeva, V. K. Sintsov, A. N. Matrosov

Key words: Siphonaptera, *Xenopsylla conformis*, ectoparasites, rodents, host change, Lower Volga.

S U M M A R Y

Distribution of fleas by their rodents hosts was investigated by field experiments using the method of individual labeling both the parasites and the hosts. The experimental site was situated in sand landscapes of the northwestern Precaspian region. Pattern of the contacts between rodents leading to the exchange of their ectoparasites was established. Average distance of the rodent migration from the site of its previous record was 54 m, while the distance of flea transfer for the same period was 142 m. The probability of host exchange by a flea under its periodic attacks on host amounted to the value 0.500—0.889. The parameters of flea spreading in the northwestern Precaspian region and in the sand landscapes between Volga and Ural were shown to be similar. The ability of the flea *Xenopsylla conformis* to parasitizing on social vole without a significant decrease of its abundance was revealed.
